



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

**INGESTÃO DE ÁGUA, ESTADO DE HIDRATAÇÃO,
FREQUÊNCIA CARDÍACA, TEMPO DE REAÇÃO E
RECUPERAÇÃO EM ATLETAS DE NATAÇÃO DE
COMPETIÇÃO**

Trabalho submetido por

Ana Rita Carrão Almeida

para a obtenção do grau de Mestre em Nutrição Clínica

maio de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

**INGESTÃO DE ÁGUA, ESTADO DE HIDRATAÇÃO,
FREQUÊNCIA CARDÍACA, TEMPO DE REAÇÃO E
RECUPERAÇÃO EM ATLETAS DE NATAÇÃO DE
COMPETIÇÃO**

Trabalho submetido por

Ana Rita Carrão Almeida

para a obtenção do grau de Mestre em Nutrição Clínica

Trabalhado orientado por

Prof. Doutora Filipa Vicente

e coorientado por

Prof. Doutor Mário Espada

maio de 2019

DEDICATÓRIA

Seja a mudança que você quer ver no mundo.

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos atletas do Clube “A Onda”, bem como aos órgãos técnicos envolvidos, pela disponibilidade de realizar o estudo nas suas instalações.

Agradeço aos professores que me têm acompanhado ao longo do meu percurso de vida académica, nomeadamente o Professor Mário Espada e a Professora Ana Pereira. Obrigada pela ajuda e acompanhamento ao longo destes anos.

Obrigada à minha Orientadora, a Professora Filipa Vicente, que esteve sempre presente para me esclarecer dúvidas e apoiar quando foi necessário ao longo deste percurso.

Ao Tiago Venâncio, pela sua inteira disponibilidade e auxílio tanto ao nível de recrutamento de atletas como de recolha dos dados.

À minha família, nomeadamente aos meus pais, que sempre me apoiaram e motivaram a seguir o meu caminho. Ao meu noivo, pelo seu apoio, ajuda e compreensão ao longo destes anos. Um agradecimento muito especial aos meus avós, em particular ao meu avô Jacinto, por ter sido o meu grande Professor nesta minha caminhada pelo conhecimento. Obrigada por todas as horas que passaste a estudar, a motivar-me e a ensinar-me para me superar a mim mesma. Sem ti nada seria igual.

RESUMO

Enquadramento: As necessidades de hidratação de um indivíduo são acrescidas na prática de exercício físico, sobretudo a nível competitivo em que o nível de exigência é superior. A desidratação pode afetar não apenas a sua saúde e o bem-estar, mas também o rendimento desportivo. Em modalidades no meio aquático como a natação, a hidratação pode tender a ser negligenciada pelo facto do contacto do corpo com a água influenciar a termogénese e a perceção de sede. As necessidades, recomendações e estado de hidratação estão pouco descritos na natação assim como a influência destes marcadores no rendimento dos atletas.

Objetivo: Estudar a relação entre o estado de hidratação (avaliado por indicadores como a taxa de sudorese, pH da urina) e indicadores de esforço nomeadamente a frequência cardíaca (FC), tempo de reação e recuperação num teste de esforço submáximo.

Material e Métodos: Estudo observacional realizado numa sessão de treino da equipa de competição. Participaram 12 nadadores do sexo masculino com idades compreendidas entre os 14 e 19 anos. Os atletas foram pesados antes e depois do teste, foi recolhida uma amostra de urina antes e após o treino para avaliação do pH, bem como avaliada a FC antes, imediatamente após e cinco minutos após o esforço submáximo, sendo este um protocolo de 4x25m a cada 60 segundos, seguido de seis minutos de intervalo previamente à realização do sprint de 100m livres (nado crol).

Resultados: Existe uma correlação negativa entre a H₂O ingerida durante o treino e a taxa de sudorese ($p=0,015$), bem como entre o pH da urina após o esforço com a FC 5 minutos após o esforço submáximo ($p= 0,016$).

Conclusões: Parece existir uma relação entre a quantidade de água que os atletas ingerem durante o treino com a taxa de sudorese bem como entre o pH da urina e a FC cinco minutos após o esforço submáximo. Também se observou correlação entre a Perda de Massa Corporal (MC) e a quantidade de (H₂O) ingerida durante o treino e entre o tempo de execução dos 100m (desempenho desportivo) e a idade dos nadadores.

Palavras-chave: Estado de hidratação, Natação, Ingestão de líquidos, Atletas de competição

ABSTRACT

Background: The hydration needs of an individual are increased in the practice of physical exercise, especially at a competitive level where the level of demand is higher. Dehydration can affect not only one's health and well-being, but also one's sports performance. In aquatic modalities such as swimming, hydration may tend to be neglected due to the fact that the body's contact with water influences thermogenesis and the perception of thirst. The needs, recommendations and state of hydration are poorly described in swimming as well as the influence of these markers on the performance of athletes.

Objective: To study the relationship between hydration status (assessed by indicators such as sweating rate, urine pH) and effort indicators, namely heart rate (HR), reaction time and recovery in a submaximal effort test.

Material and Methods: This observational study was carried out in a training session of the competition team. Twelve male swimmers 14 to 19 years old participated. The athletes were weighed before and after the test, a urine sample was collected before and after training to assess pH and then weighed in both moments, as well as the HR before, immediately after and five minutes after submaximal effort. The test was consisted of 4x25m swimming every 60 seconds, followed by a six-minute interval before the 100m free sprint (freestyle).

Results: Data had shown a negative correlation between the H₂O ingested during training and the rate of sweating ($p=0.015$), as well as between the pH of urine after the effort with HR 5 minutes after the submaximal effort ($p=0.016$).

Conclusions: Results had revealed a possible association between the amount of water athletes ingest during training and the rate of sweating as well as between the pH of urine and HR five minutes after submaximal effort. There was also a correlation between Body Mass Loss (BMS) and the amount of (H₂O) ingested during training and between the performance time of 100m (sport performance) and the age of swimmers.

Keywords: Hydration status, Swimming, Liquid ingestion, Competition athletes.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	1
ABSTRACT	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABELAS E EQUAÇÕES	9
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	11
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Estado de Hidratação.....	13
1.1.1. Avaliação do estado de hidratação	14
1.2. Estratégias de hidratação durante o esforço	18
1.3. A importância da hidratação na prática da natação	21
1.4. Objetivos do estudo	22
2. MATERIAIS E MÉTODOS	23
2.1. Tipo de estudo e participantes	23
2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão	23
2.3. Desenho do estudo	24
2.4. Variação da Massa Corporal	25
2.5. Análise estatística	26
3. RESULTADOS	27
3.1. Caracterização da amostra.....	27
3.2. Caracterização alimentar ao nível de ingestão de fluídos	28

3.3. Análise das Variáveis de treino	29
4. DISCUSSÃO.....	35
5. BIBLIOGRAFIA.....	41
6. ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Escala de avaliação da coloração da urina	16
Figura 4 - Cronograma da sessão	24
Figura 5 - H ₂ O ingerida e variação de peso por atleta	29
Figura 6 - pH inicial e Δ FC.....	30
Figura 7 – Variação do pH final e Recuperação FC	30
Figura 8 - Variação da Massa Corporal	31
Figura 9 - Relação entre variação do pH da urina e H ₂ O ingerida.....	32
Figura 10 - Relação entre tempo de execução e H ₂ O ingerida durante o treino	32
Figura 11 - Relação entre tempo de execução (s) e líquidos totais ingeridos (L)....	33

ÍNDICE DE TABELAS E EQUAÇÕES

Tabela 1 – Índices de estado de hidratação	15
Tabela 2 – Resultados de estudos realizados sobre os efeitos da hidratação em atletas de várias modalidades desportivas	20
Tabela 3 - Critérios de Inclusão e Exclusão do Estudo	23
Tabela 4 - Índices do estado de hidratação e sua relação com ΔMC	25
Tabela 5 - Caracterização da Amostra	27
Tabela 6 - Ingestão de Líquidos Diária	28
Tabela 7 – Correlações entre variáveis	34
Tabela 13 - Comparação da variação do pH com outro estudo	37

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACSM- American College of Sports Medicine

DP- Desvio Padrão

FC - Frequência Cardíaca

H₂O - Água

MC- Massa Corporal

MG- Massa Gorda

BPM- Batimentos Por Minuto

IMC- Índice de Massa Corporal

Δ FC- Variação da Frequência Cardíaca

Δ MC- Variação da Massa Corporal

1. INTRODUÇÃO

O estado de hidratação é um dos aspetos mais relevantes no rendimento desportivo e na saúde (Maughan, 2003). A falta de água faz com que as células fiquem desidratadas, sendo pode causar a morte dentro de alguns dias.

A água é o ambiente interno de todas as formas conhecidas de organismos vivos na Terra, sendo um solvente e transportador para iões de vários elementos, transferindo impulsos nervosos, responsáveis pela atividade de enzimas, ácidos nucleicos e metabolismo mineral (Sawka, Cheuvront, & Carter III, 2005). Permite também a formação de ligações com outras substâncias facilitando criação de compostos complexos, tais como as proteínas (Ball, 2005).

A água (total do corpo) é a principal substância química constituinte do corpo humano. Para um adulto jovem, a água corporal total representa 50% a 70% do peso corporal. A variabilidade na água corporal total deve-se principalmente a diferenças na composição corporal. A massa corporal magra é composta por cerca de 73% de água e a massa gorda é de 10%. Diferenças na água corporal total, por vezes atribuídas à idade, sexo e aptidão aeróbia, são explicadas pela composição corporal (Sawka et al., 2005).

Graças à capacidade da água de transferir energia em forma de calor, pode criar um depósito de energia, que fornece ao corpo a capacidade de acumular ou perder energia, sem mudanças significativas na temperatura corporal (o que poderia causar danos à membrana celular e às estruturas celulares internas em altas flutuações). Na manutenção da temperatura corporal ideal, a transpiração é importante, ou seja, a evaporação com a diminuição simultânea da temperatura da superfície corporal (Boschmann et al., 2003).

1.1. Estado de Hidratação

O estado de hidratação é definido pelo equilíbrio entre a saída e a entrada de água no corpo. Uma perda de água corporal em excesso e/ou uma ingestão de água insuficiente levam a um estado de desidratação. As perdas acontecem em grande parte através da excreção renal (diurese) e da transpiração, sendo também expelida ao nível da respiração e das fezes (Baron, Courbebaisse, Lepicard, & Friedlander, 2014).

A desidratação no desporto ocorre quando um atleta perde parte de sua massa corporal (MC) através de sudorese e sofre um desequilíbrio eletrolítico (Machado-Moreira, Vimieiro-Gomes, Silami-Garcia, Oswaldo, & Rodrigues, 2006), sendo que ambos os fenómenos são causados pela ingestão inadequada de fluídos durante o exercício físico (Batista, Dantas, & Filho, 2007).

Uma vez que a sudação conduz à perda de água corporal é necessária uma adequada hidratação e reposição de eletrólitos, principalmente nas sessões de treino prolongadas ou em determinados momentos competitivos.

O corpo tenta equilibrar a produção de calor endógeno e a acumulação de calor exógeno, seja através de dissipação de calor por condução, convecção, evaporação ou radiação. A utilização de cada método depende da temperatura ambiente, da humidade relativa e intensidade do exercício. À medida que a temperatura ambiente aumenta, a condução e a convecção diminuem acentuadamente, e a radiação torna-se quase insignificante (Armstrong & Maresh, 1993). A perda de calor por evaporação é o mecanismo predominante de dissipação de calor durante a prática de exercício. Em condições quentes e húmidas, a evaporação pode representar mais de 80% da perda de calor. Em condições quentes e secas, a evaporação pode ser responsável até 98% do arrefecimento corporal (L. E. Armstrong & Maresh, 1993). Se não forem ingeridos fluídos em quantidade suficiente para compensar a taxa de perda de água através da transpiração, ocorrerá uma desidratação progressiva. A transpiração é crítica para o arrefecimento do corpo durante o exercício físico realizado no calor. Portanto, qualquer fator que afete a evaporação, tal como a desidratação do atleta ou elevadas taxas de humidade, terá grande impacto na função fisiológica e no desempenho atlético.

1.1.1. Avaliação do estado de hidratação

O conhecimento do estado de hidratação do atleta antes, durante e após o exercício físico é um fator importante para a sua prática constante de forma a assegurar que esteja equilibrado e evitar as consequências no performance mas também na sua integridade física. O estado de hidratação pode ser avaliado de acordo com diversos indicadores como a osmolalidade plasmática e a gravidade específica da urina sendo que a variação

do peso durante o esforço é o método que tem vindo a ser utilizado mais frequentemente.

A osmolalidade plasmática é o principal método de avaliação do estado de hidratação em situações laboratoriais, quando é necessária elevada precisão nos resultados (Popowski et al., 2001).

A gravidade específica da urina é considerada como um bom método para a avaliação do estado de hidratação dos indivíduos (L. Armstrong et al., 1994), sendo que esta consiste na relação entre a densidade de uma substância e a densidade da água à mesma temperatura. Este procedimento é realizado utilizando um refratómetro, que ao projetar um feixe de luz na amostra permite determinar a densidade da urina.

A variação do peso corporal pode ser utilizada para a avaliação do estado de hidratação. A partir da diferença do peso corporal antes e após o exercício físico é possível calcular o percentual de perda de peso de forma a classificar o estado de hidratação (tabela 1). Quando o organismo está com níveis adequados de água, dizemos que ele está num estado de euhidratação (normohidratado). A hipohidratação caracteriza-se pela redução do conteúdo de fluidos do corpo, e a hiperhidratação caracteriza-se por um volume de H₂O no corpo acima do normal. O termo desidratação define uma redução mais ou menos rápida da H₂O corporal, conduzindo o organismo de um estado de euhidratado para hipohidratado.

Tabela 1 – Índices de estado de hidratação

Índices de estado de hidratação			
Estado de Hidratação	% Δ peso corporal	Coloração da Urina	Gravidade específica da Urina
Eu-hidratação	+1 a -1	1 ou 2	< 1.1010
Desidratação mínima	-1 a -3	3 ou 4	1.010-1.020
Desidratação significativa	-3 a -5	5 ou 6	1.021-1.030
Desidratação grave	> -5	> 6	> 1.030

Fonte: Casa et al., 2000

Um método de fácil aplicação para a avaliação do estado de hidratação é a análise da coloração da urina, utilizando-se a escala proposta por Armstrong et al., 1994. A escala apresenta uma boa correlação com a densidade e osmolalidade urinária assim como com a osmolalidade plasmática (Armstrong et al., 1998). Este método tem vindo a ser utilizado em diversos estudos que visam avaliar o estado de hidratação (Perrier et al., 2015), (L. E. Armstrong, 2007).

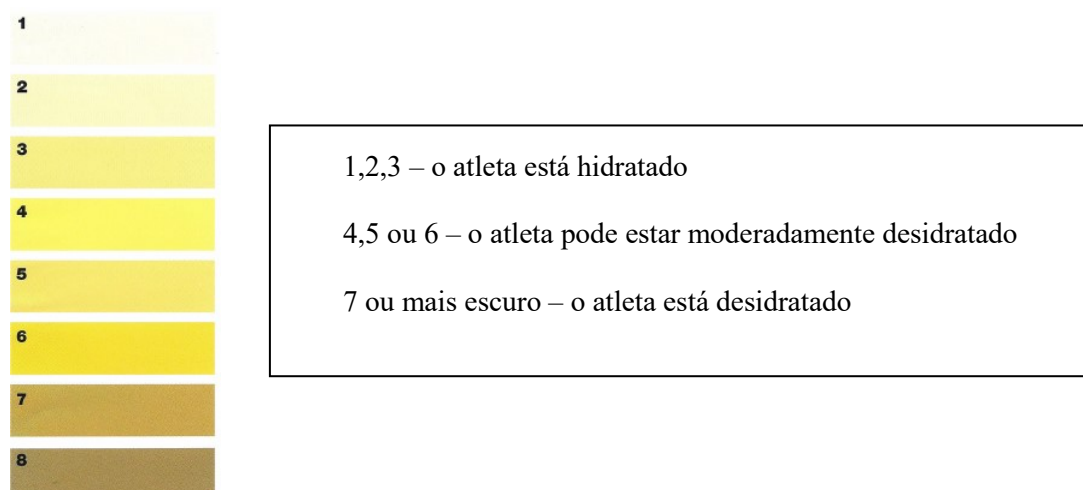


Figura 1- Escala de avaliação da coloração da urina

Fonte: Armstrong et al., 1994

1.2. Efeitos da desidratação no rendimento desportivo

Todos os sistemas fisiológicos do corpo humano são influenciados pela desidratação (Kenney & Johnson, 1992). O grau de desidratação determina a extensão do comprometimento a nível sistémico. É difícil isolar as alterações fisiológicas que contribuem para uma diminuição do desempenho, já que qualquer alteração ao nível de um sistema, como o cardiovascular, influencia o desempenho de outros sistemas tais como o termorregulador ou o muscular (D. J. Casa, 1999).

Das diversas alterações fisiológicas decorrentes da desidratação, observam-se a diminuição do volume plasmático, aumento da osmolaridade plasmática, concentração de sódio no plasma, diminuição da taxa de sudorese, aumento da temperatura corporal e aumento da frequência cardíaca (FC) (Machado-Moreira et al., 2006). Ocorre ainda uma

diminuição no desempenho do atleta (Batista et al., 2007), a termorregulação fica prejudicada pela acumulação de calor nos músculos (Machado-Moreira et al., 2006) e a FC aumenta na tentativa de manutenção da intensidade do exercício (Arias, Díaz, Aristizabal, & Jaramillo, 2001).

Mesmo uma ligeira desidratação (2% da massa corporal) pode aumentar o esforço/exigência cardiovascular, o que se pode observar num aumento desproporcional da FC durante o exercício, além de limitar a capacidade de transferir o calor dos músculos em contração para a superfície da pele, para que possa ser dissipado para o ambiente. Portanto, um déficit hídrico pode reduzir o desempenho e aumentar a possibilidade de ocorrer uma complicação térmica (ACSM, 2007). No entanto, o débito cardíaco e o volume de ejeção não diminuem quando a taxa de ingestão de líquidos é suficiente para prevenir a desidratação.

Os atletas que iniciam o treino/exercício com um déficit hídrico terão um rendimento desportivo inferior em comparação com rendimento que teriam se o iniciassem hidratados (Maughan, 2003). Da mesma forma, qualquer déficit hídrico decorrente da prática de exercício físico poderá comprometer também o treino seguinte, se não ocorrer uma adequada reposição de fluídos (Shirreffs, Armstrong, & Cheuvront, 2004).

Por sua vez, também o fluxo sanguíneo para os músculos durante o exercício físico diminui com a desidratação (Gonz, Calbet, & Nielsen, 1998). Estes autores também referiram que a fadiga associada à desidratação durante o exercício físico apresenta uma significativa correlação com a elevada temperatura corporal (Gonzalez-Alonso J, Teller C, 1999). Parece existir uma temperatura corporal interna crítica na qual a fadiga ocorre, apesar das variações na temperatura inicial do corpo ou da taxa na qual ocorre o armazenamento de calor. No entanto, esse limiar é reduzido com a desidratação durante o exercício físico (Gonz, Calbet, & Nielsen, 1999).

Alguns estudos têm demonstrado que a taxa de sudorese diminui com o aumento dos níveis de desidratação. Num estudo de Montain, Latzka, & Sawka, 1995, nove indivíduos realizaram exercícios em ambiente quente em três intensidades de exercício diferentes e sob três níveis de hidratação: 0% (eu-hidratado), 3% e 5% (hipoidratados). Verificou-se que, quanto maior o percentual de desidratação, maior o limiar para a sudorese, menor a sensibilidade para a sudorese e menor a produção de suor.

Pequenas mudanças no estado de hidratação são difíceis de ser avaliadas (R. M. Walsh et al., 1994). Existem estudos na área do Desporto e hidratação que sugerem que a ingestão de H₂O influencia o rendimento/desempenho e ainda que a ingestão de H₂O pode influenciar o estado de hidratação de acordo com o tipo de bebida (Prado, Barroso, Góis, & Reinert, 2009) ainda que poderá não demonstrar melhorias ao nível do desempenho (Magal et al., 2003). Alguns autores afirmam ainda que a ingestão de bebidas desportivas pode prevenir as lesões musculares (Colakoglu et al., 2016). Outro estudo afirma ainda existir uma correlação positiva entre uma maior ingestão de água, com o decréscimo da FC (Edwards et al., 2007).

Os resultados dos artigos acima referidos encontram-se na Tabela 2.

1.2. Estratégias de hidratação durante o esforço

Mesmo existindo recomendações de quantidades padronizadas de líquidos (H₂O ou bebidas desportivas) que os atletas devem ingerir de forma a evitar a desidratação, tem-se demonstrado que esta estratégia de reidratação pode não só não trazer benefícios aos indivíduos como ainda ser prejudicial à saúde dos mesmos.

A American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda que se deve ingerir aproximadamente 500mL de líquidos nas duas horas antecedentes ao exercício físico. A ingestão hídrica deve iniciar-se cerca de 4 horas antes do treino com a ingestão de 5 a 7 mL de fluidos por kg de peso corporal. Se não ocorrer diurese, ou esta for escura/altamente concentrada, recomenda-se a ingestão de um volume adicional de 3 a 5 mL/kg peso corporal cerca de 2 horas antes do treino (ACSM, 2007). Indivíduos que iniciem qualquer exercício com um défice hídrico terão um rendimento inferior do que se o iniciassem hidratados (Maughan, 2003).

Relativamente à ingestão de H₂O durante o treino, a ACSM recomenda que os atletas devem começar a beber desde o início da atividade e em intervalos regulares, em volume suficiente de forma a repor as perdas pela sudorese. Dado que a taxa de sudação pode variar bastante, assim como a concentração de electrólitos no suor, a duração do exercício físico e oportunidades para beber, a ACSM não tem um valor de água a ingerir recomendado durante o exercício físico. O que se pretende ao repor os fluidos é evitar a desidratação excessiva, (perda de peso superior a 2% do peso corporal) e alterações no

balanço de electrólitos, de forma a não haver comprometimento do rendimento desportivo (ACSM, 2007).

Na prática desportiva, há uma preocupação acrescida com a perda de sódio no suor, em casos extremos e quando não compensada pode levar à hiponatremia (baixa concentração de sódio plasmático - valores abaixo de 135mEq) durante exercícios físicos prolongados, devido em grande parte, à hiper-hidratação (Noakes, 2003). Durante a maratona de Boston de 2002, 13% dos atletas apresentaram hiponatremia e 3 atletas tiveram concentrações tão baixas de sódio plasmático que corriam risco de morte (Almond et al., 2005). Além disso, foi ainda observado que muitos dos atletas beberam quantidades excessivas de fluídos, de forma a que até o seu peso no final da maratona estivesse superior ao peso no início.

Considerando os dados atuais relativos à matéria de hidratação durante o exercício e aos possíveis riscos relacionados com o excesso de ingestão de fluídos, alguns autores defendem que a ingestão de líquidos deve ser feita em função da sede sentida por cada atleta. Alguns estudos recentes têm demonstrado que a reposição hídrica através da sede pode ser suficiente para a manutenção das respostas termorregulatórias e da capacidade de realizar exercício sem afetar o rendimento do atleta, ainda que possam correr o risco de sofrer uma pequena desidratação involuntária (Noakes, Sharwood, Collins, & Perkins, 2004).

Num estudo que decorreu em treinos de voleibol foi observado que a ingestão de água *ad libitum* repôs aproximadamente 60% das perdas hídricas, o que representou menos de 1% de variação de peso corporal (Vimieiro-gomes & Roodrigues, 2001). Isto indica que os jogadores terminaram as sessões de treinamento eu-hidratados.

Ainda não existe consenso relativamente à quantidade de fluídos que deve ser ingerida durante a prática desportiva para manter um estado desidratação adequado. Além disso, não só se discute a quantidade mas também qual a bebida em questão (Colakoglu et al., 2016) e até a mineralização da água (Chycki, Zajac, Maszczyk, & Kurylas, 2017).

Tabela 2 – Resultados de estudos realizados sobre os efeitos da hidratação em atletas de várias modalidades desportivas

Referência/Ano	Amostra	Intervenção			Resultados
		Desenho	Dose	Duração	
(Prado et al., 2009)	Atletas de natação (24,25±7,3 anos) N=8 (♂)	C- Sem ingestão de líquidos, I1-Ingestão de água <i>ad libitum</i> , I2- Ingestão de bebida desportiva <i>ad libitum</i>	NA	Um dia de treino para cada intervenção(I)	I2 – melhor estado de Diferença significativa na Δ massa corporal (H ₂ O) ($p<0,05$) entre os grupos, com vantagem hídrica para I2
(Aldridge & Baker, 2005)	Atletas de rugby (21.0±1.4 anos) N=8 (♂)	2 programas de hidratação – 1 de abstinência e outro de toma (a 20°) 2 testes no Ciclo ergómetro de 30 minutos cada a 75 Watts	1,5/2L	Um dia de testes para cada intervenção(I)	Baixo desempenho em condições de pouca hidratação ($p\leq0.05$)
(Colakoglu et al., 2016)	Atletas de orientação N=21 (♂)	2 programas de hidratação – P1- ingestão de bebida isotónica P2- ingestão de água (placebo) Análise sanguínea antes, após, 2h após e 24h após a competição	500 mL	Um dia de testes para ambas as intervenções (I)	Bebidas desportivas antes do exercício previnem + danos musculares do que água ($p<0.05$)
(Magal et al., 2003)	Tenistas (27±2 anos) N=11 (♂)	2 treinos com 3 fases de hidratação Hidratação com ou sem glicerol ao longo de 150 min 120 min de desidratação induzida Reidratação com ou sem glicerol – 90 min	2,5L antes 1.0 g.kg ⁻¹ Glicerol 0.5 g.kg ⁻¹ sem glicerol	2 ensaios para cada atleta	Hipo-hidratação (desidratação induzida) (~2.7%) retarda tempos de sprint de 5 e 10 m Hidratação com glicerol - melhora hidratação do que com placebo, mas nenhum benefício de desempenho foi observado ($p<0.05$)
(Goulet, 2011)	Atletas de ciclismo N=39 32 (♂) 7 (♀)	Dados proveniente de base de dados e referências cruzadas de 5 artigos (meta-análise)	-	NA	Ingerir água apenas quando se tem sede maximiza o desempenho
(Edwards et al., 2007)	Jogadores de futebol 24.4± 3 anos N= 11 (♂)	I – Ingestão de líquidos C – Sem ingestão de líquidos E – enxaguamento bucal	2L antes 2 mL/kg	1 ensaio para cada intervenção (3)	A desidratação moderada é prejudicial ao desempenho A FC diminui com o aumento da ingestão de água

1.3. A importância da hidratação na prática da natação

A hidratação tem um papel importante no rendimento dos atletas sendo um fator negligenciado na modalidade de natação uma vez que o meio aquático confere uma falsa sensação de hidratação e a percepção de não transpirar. Manter-se hidratado antes, durante e após o exercício físico é essencial para os atletas, pois o desempenho pode ser prejudicado caso não decorra ingestão suficiente de líquidos (Aldridge & Baker, 2005).

Na água, o organismo sofre alterações fisiológicas diferentes daquelas verificadas no meio terrestre (Graef & Kruel, 2006). Apesar de ser um parâmetro de fácil obtenção, a FC, tanto em repouso como durante a realização de exercício no meio aquático, é um dos parâmetros influenciados pela pressão hidrostática (Watenpaugh, Pump, Bie, & Norsk, 2000) e pela termorregulação (Srámek, Simeckova, Janski, Savlikova, & Vybiral, 2000).

A natação apresenta também condições especiais relativas à termogénese corporal, dado que o contacto do corpo com a água facilita a perda de calor. Sabe-se que desidratação, índice de transpiração e a temperatura corporal aumentam simultaneamente com o aumento da temperatura da água da piscina (Macaluso et al., 2011)

Adams et al. (2016) referem que os marcadores de concentração de urina diminuíram após a prática de natação, sem qualquer alteração do estado de hidratação (conforme indicado por alterações na massa corporal), o que indica que a prática de natação modificou a resposta renal na ausência de alterações no equilíbrio do fluido.

Também se sabe que os nadadores têm uma menor percepção de sede, sendo que este fenómeno se relaciona com o contacto da boca com a água durante todo o período de treino, o que estimula os recetores nervosos localizados na região orofaríngea, atuando assim como se o atleta se fosse hidratando continuamente. Este tipo de estímulo nervoso faz com que o nadador não sinta sede, podendo provocar em muitas ocasiões uma ausência total de hidratação ao longo do treino (Mcardle et al., 2003).

As recomendações sobre hidratação no desporto nem sempre contemplam a modalidade desportiva natação, sendo que esta carece de estudos que investiguem quais os efeitos da ingestão de líquidos nos diversos indicadores de desempenho dos atletas, sendo que se torna impreterível um estudo que objetive analisar a relação que existe entre a hidratação e esta modalidade praticada a larga escala mundial, de forma a que

tanto os treinadores como os atletas possam adequar a ingestão de líquidos ao treino e também a reconhecer a importância da manutenção do estado de hidratação.

1.4. Objetivos do estudo

Desta forma, propõe-se um estudo que tenha em vista o conhecimento da relação entre o estado de hidratação (avaliado pela taxa de sudorese, percentagem de perda de massa corporal e fitas reagentes “dipstick”) FC e os tempos de reação e recuperação, com ingestão de água *ad libitum*.

Pretendemos ainda caracterizar o estado de hidratação de uma equipa de natação, perceber se os atletas que ingerem maior volume de água têm melhor desempenho a nível de esforço submáximo e se existe alguma relação com as possíveis variações de pH e FC.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Tipo de estudo e participantes

O estudo realizado foi observacional e foi considerada uma amostra de conveniência, constituída por nadadores de competição pertencentes à Associação “Onda Azeitão”.

2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

No recrutamento da amostra foram tidos em conta os seguintes critérios:

Tabela 3 - Critérios de Inclusão e Exclusão do Estudo

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none">• Experiência de pelo menos 1 ano;• Nadadores pertencentes à mesma equipa;• Idades compreendidas entre os 14 e 20 anos;• Nadadores do sexo masculino.	<ul style="list-style-type: none">• Nadadores que consumam suplementos alimentares• Nadadores em 1^a época de competição

Aspetos éticos

Os procedimentos do estudo foram realizados com respeito aos padrões éticos da Declaração de Helsínquia, apenas os participantes que deram o seu consentimento e que os seus tutores legais (quando aplicável) deram consentimento informado participaram no estudo. Os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética Egas Moniz com o número do processo interno nº 676.

2.3. Desenho do estudo

Os atletas chegaram às Piscinas Municipais de Azeitão no horário habitual do treino, onde lhes foi solicitada uma amostra de urina para a avaliação do pH da mesma através de fitas reagentes (“dipstick”). De seguida foram pesados numa balança digital com uma precisão de 100g (Tanita BC420SMA), de forma a ser calculada a variação de água do início para o fim do treino. Cada atleta preencheu um Questionário referente à avaliação da ingestão de líquidos (Nissensohn, López-Ufano, Castro-Quezada, & Serra-Majem, 2015) que consta no Anexo. A ingestão de fluidos totais no dia foi calculada convertendo o número de porções em ml utilizando como referência o valor médio de volume de cada bebida referido no questionário (Goios, A., Oliveira, A. C., Afonso, C. & Liz Martins, M., 2016). Se o indivíduo indicasse a frequência semanal, essa frequência era convertida em porções/dia, dividindo o valor pelo número de dias da semana.

Foi fornecido a cada atleta uma garrafa de 50cL de água com pH 5,4($\pm 0,4$) e de baixa mineralização 32 (± 2), estando as mesmas identificadas com o nome de cada indivíduo, sendo que, durante o período de treino, não poderiam ingerir água que não fosse da sua própria garrafa. Esta permaneceu no cais da piscina, de forma a poderem ingerir água sempre que assim o desejasse. Durante o período de treino, não houve micção por parte dos nadadores.

O grupo de atletas realizou um aquecimento seguindo as instruções do treinador (800m nado livre - crol), sendo posteriormente realizada a medição da FC (denominada inicial), procedendo-se então ao teste de 4x25m a cada 60 segundos, seguido de 6 minutos de intervalo para realizar o *sprint* de 100m livres (crol) em água (protocolo validado por Hancock, Sparks, Kullman, 2015).

Imediatamente após a realização do *sprint*, foi realizada uma nova análise da FC e outra após 5 minutos de recuperação, de forma a calcular a variação da mesma.

Como retorno à calma, realizaram 100m de nado suave.

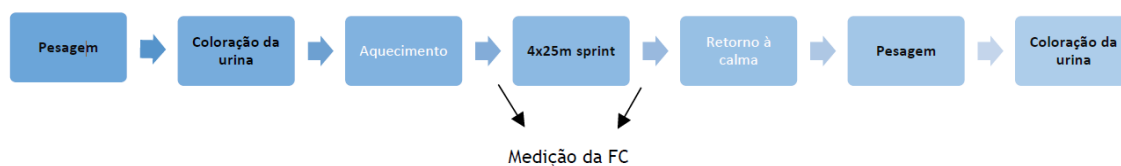


Figura 2 - Cronograma da sessão

Por fim, os atletas foram novamente avaliados no que diz respeito ao peso, sendo também recolhida novamente uma amostra de urina para estudo da variação do pH.

O teste submáximo foi realizado através de protocolo validado de 4 x 25m, em água (Hanckock, Sparks, Kullman, 2015), que tem como propósito avaliar o tempo de reacção, ou seja, o estímulo que chega ao sistema sensorial antes do início da resposta motora. O tempo de reacção varia consoante o nível de fadiga do indivíduo (quanto mais cansado mais lento é o tempo de reacção (Silva, Martinez, Pacheco, & Pacheco, 2006)

2.4. Variação da Massa Corporal

A pesagem foi realizada antes do treino e após o mesmo, de forma a avaliar o peso perdido durante a prática (apenas acima de 2% é que será considerada perda significativa de massa corporal, valor de referência da ACSM) e a calcular a taxa de sudorese.

Fonte: Casa et al. (2000)

Estado de Hidratação	% Variação MC
Euhidratado	+1 a -1
Desidratação mínima	-1 a -3
Desidratação significativa	-3 a -5
Desidratação grave	> -5

Tabela 4 - Índices do estado de hidratação e sua relação com Δ MC

A taxa de sudorese (L/h) define-se como volume de água que se perde por hora através das glândulas sudoríparas durante a prática da atividade física (Walsh et al., 2000), calcula-se através da fórmula abaixo descrita.

$$Ts \text{ (L/h)} = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso Final}) \times 1000}{T \text{ exercício}}$$

2.5. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada com recurso ao programa informático IBM SPSS Statistics (versão 23.0). Todos os testes de hipóteses foram aplicados ao nível de significância de 5%. Verificou-se se as variáveis em estudo têm uma distribuição normal através do teste Shapiro-Wilk. Foi aceite o valor de $p > 0,05$ para determinar se a variável tem distribuição normal.

Relativamente à análise descritiva das variáveis, determinou-se o valor médio e o desvio-padrão (DP). Aplicou-se o coeficiente de correlação de Spearman para avaliar as correlações entre a MC inicial, MC final, idade, altura, FC inicial, FC final, FC após 5min., pH inicial, pH final, Tempo de execução, H₂O ingerida durante o treino e ingestão total de líquidos diária.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização da amostra

A amostra foi constituída por 12 indivíduos do sexo masculino, praticantes de natação de competição, com idades compreendidas entre os 14 e 19 anos ($16,25 \pm 1,66$) pertencentes à Associação “Onda Azeitão”. A massa corporal inicial dos atletas era de $66,13 \text{ kg} \pm 8,30$ (com intervalo entre 53 e 86,6 kg), sendo a altura de $176,50 \text{ cm} \pm 6,35$ (intervalo entre 165 e 189 cm) conforme se apresenta na Tabela 5.

Tabela 5 - Caracterização da Amostra

<i>Variáveis</i>	<i>Média e DP</i>
Peso (kg)	$66,13 \pm 8,30$
Altura (cm)	$176,50 \pm 6,35$
IMC (kg/m^2) ¹	$21,22 \pm 2,35$
MG (%) ¹	$13,08 \pm 4,49$
Idade (anos)	$16,25 \pm 1,66$
FC Inicial (bpm)	$85,83 \pm 19,29$
<i>Distribuição das idades (n/%)</i>	
14 anos	2 / 17%
15 anos	2 / 17%
16 anos	4 / 33%
17 anos	0 / 0%
18 anos	3 / 25%
19 anos	1 / 8%

¹MG: Massa Gorda; IMC: Índice de Massa Corporal

A maioria dos atletas encontrava-se na faixa dos 16 anos (4 atletas, 33% da amostra). A faixa com menor representação é a dos 19 anos (apenas um atleta, 8%).

A FC Inicial dos nadadores variou entre os 70 e 130 BPM ($85,83 \pm 19,29$).

3.2. Caracterização alimentar ao nível de ingestão de fluídos

A quantidade e a tipologia de fluídos ingeridos ao longo das 24h anteriores à recolha de dados dos atletas foi conseguida através de um Questionário de Ingestão de Bebidas, que tem em vista o tipo de alimentos e bebidas ingeridas ao longo da semana em questão.

No que diz respeito à ingestão de líquidos num dia de treino observou-se que a tipologia de fluídos que mais contribui para a ingestão diária de líquidos dos atletas é a água (53,7%), seja da torneira ou engarrafada. Os laticínios são os segundos mais consumidos (9,6%), seguidos das sopas e caldos (7,2%) e dos sumos (6%). A quantidade de fluídos ingerida durante o dia de treino deve-se aos fluídos que os atletas consomem fora do momento de treino (87,3%) (tabela 6).

Tabela 6 - Ingestão de Líquidos Diária

	mL (média, DP)	Contribuição para o total
Água	1500 ± 875,4	53,7%
Sumos	166,7 ± 238,7	6,0%
Laticínios	266,7 ± 196,9	9,6%
Bebidas Vegetais	33,3 ± 77,8	1,2%
Caldos e Sopas	200 ± 147,7	7,2%
Sorvetes, gelatinas	50 ± 124,3	1,8%
Refrigerantes	100 ± 195,4	3,6%
Bebidas desportivas	41,7 ± 144,3	1,50%
Batidos substitutivos de refeição/ hiperproteicos	75 ± 135,7	2,7%
Total diário	2441,6 ± 1061,2	87,3%
Ingestão de Água durante o Treino	354,17 ± 121,84	12,7%

A ingestão média de água no período de treino foi de 354,17mL, contribuindo apenas com 12,7% para a ingestão de fluídos total do dia.

Relativamente ao quinto ponto do questionário, referente ao valor médio ingerido por treino, este valor não foi utilizado para o total (dado que a água ingerida no dia de treino foi recolhida no treino).

3.3. Análise das Variáveis de treino

Observou-se uma relação entre a variação da MC e a H₂O (Figura 3).

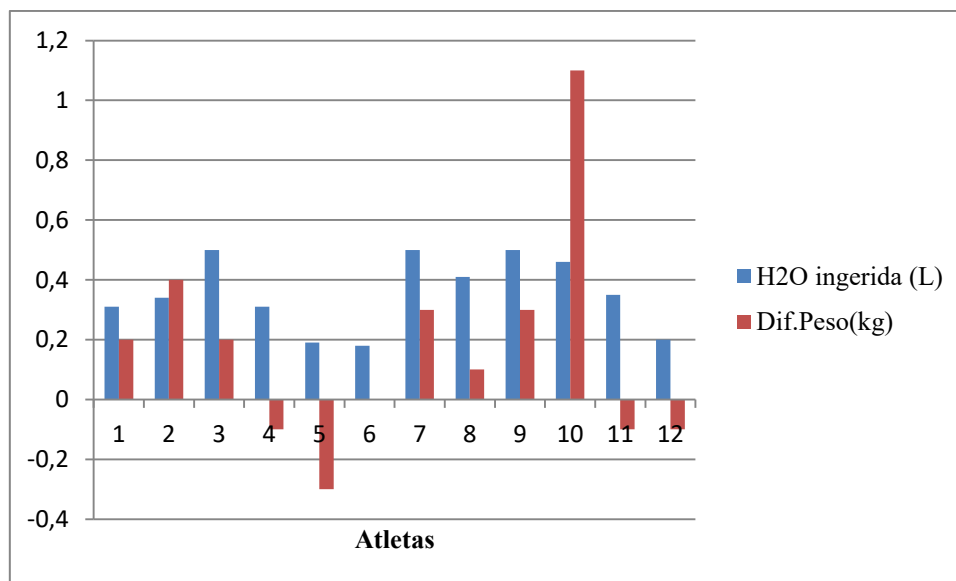


Figura 3 - H₂O ingerida e variação de peso por atleta

Todos os atletas que ingeriram 400mL ou mais de água aumentaram o seu peso, sendo que todos os que ingeriram 200mL ou menos diminuíram ou mantiveram o seu peso. Por outro lado, os atletas que ingeriram H₂O no intervalo de 200mL a 400mL não obtiveram resultados consensuais, sendo que 50% desta amostra diminui o peso e a outra metade aumentou.

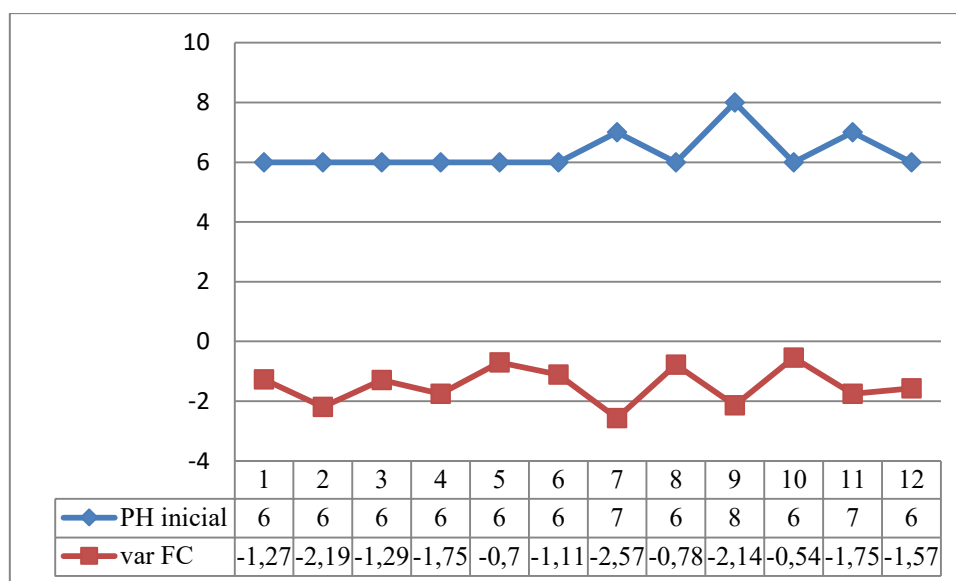


Figura 4 - pH inicial e Δ FC

No gráfico acima descrito podem-se observar os valores do pH inicial no eixo das ordenadas e também a variação da FC, sendo que no eixo das abcissas se encontra a identificação/número de cada atleta, em que a maioria dos atletas iniciou o treino com pH inicial ácido (6), seguindo-se dois com pH neutro (7) e apenas um com pH alcalino.

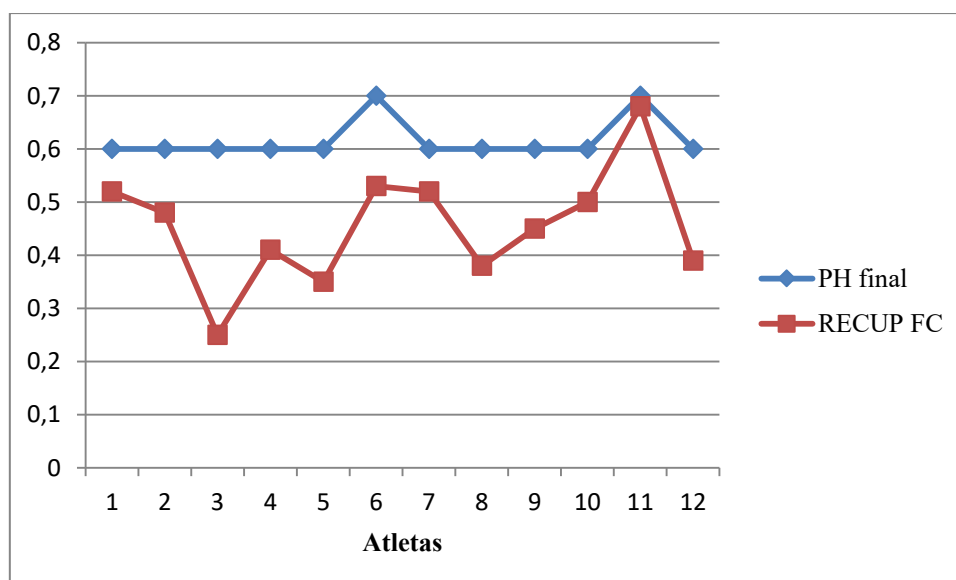


Figura 5 – Variação do pH final e Recuperação FC

Podemos observar na figura 5 que os atletas que tiveram uma recuperação mais rápida ao nível da FC foram também os que terminaram o treino com pH neutro (pH7).

Relativamente à variação da MC, esta não foi significativa ($p>0,05$) (Figura 6).

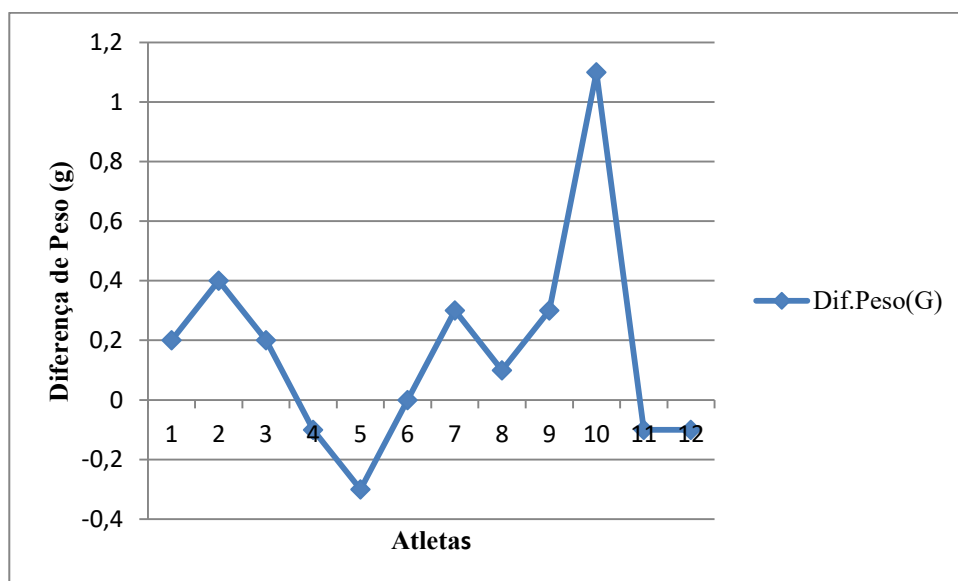


Figura 6 - Variação da Massa Corporal

Pode-se observar que a maioria dos atletas aumentou o seu peso após o esforço físico, sendo que apenas 4 diminuíram o seu peso e 1 manteve.

Apesar do tempo de esforço ter sido reduzido (em média 1 minuto), existem diferenças ao nível do pH inicial e final, ainda que não sejam significativas ($p>0,05$).

Verificou-se um aumento do pH da urina em apenas um dos atletas (de 6 para 7), sendo que dois diminuíram (7 para 6 e de 8 para 6, respetivamente), enquanto os restantes mantiveram o mesmo valor após o treino (Figura 7).

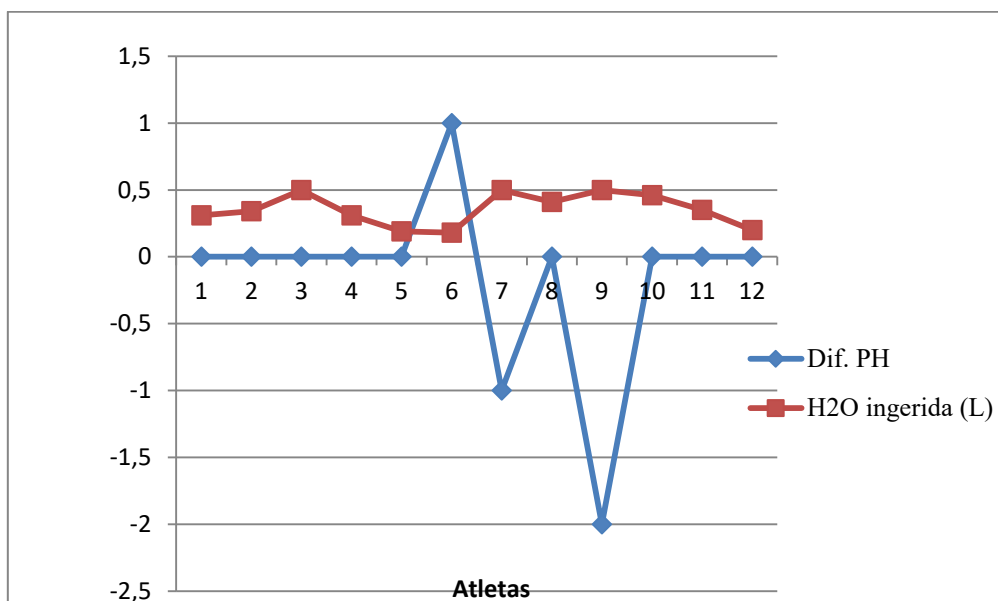


Figura 7 - Relação entre variação do pH da urina e H₂O ingerida

Os nadadores que ingeriram maior quantidade de H₂O tiveram o pH da urina diminuído, sendo que os atletas que ingeriram menos H₂O mantiveram o pH da urina ou aumentaram.

O que atleta que desceu o pH de 8 para 6 bebeu muito pouca H₂O e obteve o pior tempo no *sprint*.

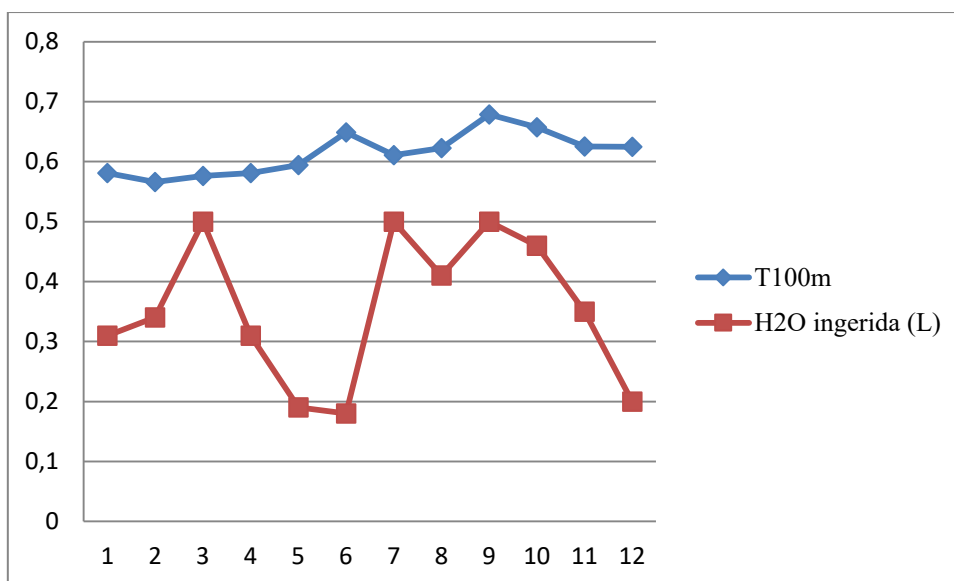


Figura 8 - Relação entre tempo de execução e H₂O ingerida durante o treino

Não existe correlação significativa entre o tempo de execução do *sprint* de 100 metros com a quantidade de H₂O ingerida durante o treino pelos nadadores, em particular quando a quantidade ingerida é superior a 300mL ($p=0,5$) (Figura 8).

Por outro lado, existe relação entre a quantidade de H₂O ingerida durante o dia com o tempo de execução (figura 9).

O atleta que obteve melhor tempo de execução (56,6s) no *sprint* foi o atleta que mais ingeriu líquidos no total do dia (3,2L).

Por outro lado, o atleta que menos líquidos ingeriu (0,6L) foi o que apresentou pior desempenho (67.86s).

Desta forma, pode-se observar que os atletas com maior ingestão de líquidos foram os que tiveram melhor tempo de reação.

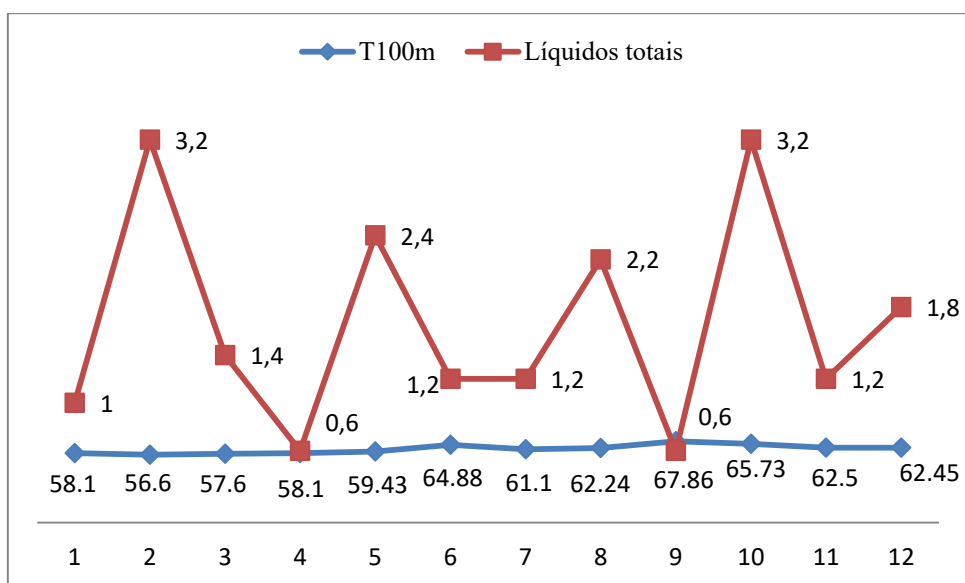


Figura 9 - Relação entre tempo de execução (s) e líquidos totais ingeridos (L)

Procedeu-se à análise das correlações entre variáveis. Existiu uma correlação moderada negativa entre a taxa de sudorese e quantidade de água ingerida durante o treino, ou seja, quanto mais água se ingere durante o treino, menor é a quantidade de água perdida por fenómeno de sudorese.

Tabela 7 – Correlações entre variáveis

	Coeficiente de correlação	sig
Taxa de sudorese e água ingerida no treino	- 0,681	0,015
Perda de peso e água ingerida no treino	- 0,647	0,023
pH final e FC 5 min. depois	- 0,674	0,016
Tempo 100m e idade	- 0,618	0,032
Δ FC e pH inicial	- 0,631	0,028
Recuperação FC e pH final	0,649	0,022

A perda de MC estava correlacionada negativamente com a quantidade de água ingerida durante o treino, sendo que quanto maior a perda de peso, menor foi a quantidade de água ingerida durante o mesmo.

O pH da urina correlaciona-se negativamente com a FC 5 minutos após o esforço submáximo. Ou seja, se a FC 5 minutos após o esforço submáximo diminui, o pH da urina no final do treino aumenta.

O tempo de execução dos 100m está negativamente correlacionado com a idade dos atletas, ou seja, à medida que a idade aumenta, menor o tempo de execução.

A variação da FC tem por base a FC inicial e a final, de forma a observar a sua variação em esforço. A Variação da FC do início do treino para o final estava negativamente correlacionada com o pH inicial, ou seja, quanto menor o pH inicial, mais a FC varia do início para o fim do treino.

A diferença de valores em termos cardiovasculares da FC medida no final do esforço submáximo para a FC medida 5 minutos após o esforço está correlacionada de forma positiva com o pH final, ou seja, quanto melhor for a capacidade do nadador em recuperar do esforço, mais próximo do neutro estará o pH da urina no final do treino.

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo estudar a possível relação entre o estado de hidratação, a FC e os tempos de reação e recuperação, após exercício de esforço submáximo com ingestão de água *ad libitum*. Foi realizada a caracterização da amostra, de forma a que os dados obtidos pudessem ser explicados e justificados com base nas características individuais de cada atleta.

A faixa etária dos atletas foi entre os 14 aos 19 anos ($16,25 \pm 1,66$) para que a amostra ficasse equilibrada, pois atletas mais velhos já iriam obter um melhor desempenho comparativamente aos mais novos, e nesse sentido a idade iria tornar-se um fator preponderante nos resultados.

Em relação ao consumo de H₂O pelos atletas antes do treino, esta parece obedecer às recomendações da ACSM, que visam assegurar o estado de hidratação durante o exercício, dado que esta refere que a ingestão hídrica se deve iniciar cerca de 4 horas antes do treino com a ingestão de 5 a 7 mL de fluidos por kg de peso corporal (ou seja, em média, cada atleta deveria ingerir cerca de 396,78mL nesse período).

A variável de caracterização que apresenta mais diferenças é a FC inicial ($85,83 \pm 19,29$), sendo que existe um outlier, sendo o valor desta de 130 BPM, destacando-se dos demais. Tal facto pode-se dever ao nervosismo de uma avaliação.

Este estudo não incluiu atletas do género feminino dado a composição corporal e fisiologia da mulher promove uma diferença a nível da recuperação e desempenho, a nível desportivo, em relação aos atletas masculinos, o que poderia originar interpretações erradas dos resultados (ACSM, 2007).

Através dos questionários conseguimos obter dados que permitiram que se estudasse de forma mais aprofundada a quantidade total diária que os atletas ingeriram, para além do período de treino, dados estes que se revelaram bastante úteis para a análise (dado que durante o treino o aporte de fluídos foi de apenas 12,3% da ingestão total diária).

Em termos de variação de peso, a maioria dos atletas aumentou o seu peso após o esforço físico, sendo que apenas 4 o diminuíram. Todos os atletas que ingeriram 400mL ou mais de água aumentaram o seu peso, enquanto que todos os que ingeriram 200mL ou menos diminuíram ou mantiveram o seu peso. Por outro lado, os atletas que

ingeriram água no intervalo de 200mL a 400mL não obtiveram resultados consensuais, sendo que 50% desta amostra diminui o peso e a outra metade aumentou.

Observou-se uma relação entre a quantidade de H₂O ingerida durante o dia de treino e o tempo de execução do sprint, mas ainda assim existem exceções, como o 4º nadador, que apresentou um bom resultado ao nível do desempenho em comparação com os restantes (58.1s) apesar de ingerir poucos líquidos no dia do treino (0,6L). Tal pode-se dever ao facto de ser o atleta mais velho (19 anos, sendo a média de 16,25) e de ser mais robusto em termos físicos (altura superior à média, 1,82m), tal como apresentado na tabela 10.

Por outro lado, o 10º nadador ingeriu uma quantidade elevada de líquidos (3,2L) e apresentou o segundo pior resultado no treino (65.73s). Por sua vez, possivelmente pode dever-se ao facto de ser o mais novo (14 anos) e de ter uma estatura inferior aos restantes (1,65m).

O pH da urina pode variar de 4,5 a 8, mas normalmente é ligeiramente ácido (isto é, 5,5 a 6,5) devido à atividade metabólica. A ingestão de proteínas e frutas ácidas (por exemplo, frutos vermelhos) pode aumentar a acidez da urina e dietas ricas em citrato podem causar urina alcalina (Simerville, Maxted, & Pahlira, 2005). Na nossa amostra, verificou-se um aumento do pH da urina após o esforço em apenas um dos atletas (de 6 para 7), sendo que dois diminuíram (7 para 6 e de 8 para 6, respetivamente), enquanto os restantes mantiveram o mesmo valor após o treino. O atleta que desceu o pH de 8 para 6 bebeu muito pouca água e obteve o pior desempenho no sprint. O exercício afetou desta forma o pH da urina, podendo estar relacionado com o facto de os atletas terem realizado o esforço submáximo acima do limiar anaeróbio, pois o tempo de realização dos 100m foi em média $61,47 \pm 3,56$. O esforço submáximo (*sprint*) utiliza como fonte de energia ATP-PC, sendo realizado à intensidade máxima. Mas sendo que o esforço foi superior a 30s, o sistema recrutado foi também o anaeróbio láctico, o que pode também contribuir para a acidificação da urina após o esforço físico. Segundo Carew & Pyne (1998), o treino de limiar anaeróbio seria baseado em intervalos de cerca de 64s por 100m ou menos, sendo esta a velocidade além da qual o lactato sanguíneo se começa a acumular.

Outro estudo, em que foi estudada a variação do pH urinário, os resultados obtidos foram idênticos (diminuição do pH).

Tabela 8 - Comparação da variação do pH com outro estudo

	pH pré-treino Média \pm DP	pH pós-treino Média \pm DP	pH pré-treino Valor Mín-Máx	pH pós-treino Valor Mín-Máx
Estudo atual	6,33 \pm 0,65	6,17 \pm 0,39	6-8	6-7
(Lustosa, 2017)	5,93 \pm 0,82	5,64 \pm 0,50	5-7	5-6

Neste estudo (Lustosa, 2017) participaram 14 jogadores de futebol de escalão juniores com média de idade de 17,07 \pm 1,07 anos que foram avaliados quanto ao percentual de perda de peso após exercício (desidratação relativa), pH e densidade da urina e nível de conhecimento sobre hidratação. Estes dados vêm reforçar que o pH da urina pode provavelmente diminuir com o treino.

Os nadadores que ingeriram maior quantidade de água tiveram o pH da urina diminuído, sendo que os atletas que ingeriram menos água mantiveram o pH da urina ou aumentaram.

O atleta que obteve melhor tempo de execução (56,6s) no sprint foi o atleta que mais líquidos ingeriu no total do dia (3,2L). Por outro lado, o atleta que menos líquidos ingeriu (0,6L) foi o que apresentou pior desempenho (67.86s). Desta forma, parece que a quantidade de líquidos ingeridos durante o dia afeta mais o desempenho do que a H₂O ingerida durante o treino. No caso dos atletas que ingeriram menos H₂O e tiveram pior desempenho, possivelmente estes já estariam desidratados antes de iniciar o treino ou já estariam a manter uma hidratação inadequada durante e após os treinos anteriores, de modo o treino subsequente se inicie com um estado de baixa hidratação (Hernandez & Nahas, 2009).

Segundo o estudo de Arnaoutis (2015) realizado com 59 jovens atletas (15,2 \pm 1,3) de diferentes modalidades desportivas, a prevalência de hipoidratação entre jovens atletas de elite é muito alta, sendo o que a maioria dos atletas que participaram no estudo em questão já estava hipoidratada antes do treino (89%), tendo desidratado ainda mais durante a prática.

Higham (2009) observou que 73-85% dos jovens participantes no estudo estavam hipoidratados antes da realização dos testes, independentemente de serem atletas ou não.

No estudo de Arnaoutis (2013), 95 dos 107 atletas participantes no estudo estavam hipoidratados antes do treino. Concluíram com este estudo que beber de acordo com a sede durante a prática não impede a desidratação em jogadores jovens de futebol pouco hidratados.

Com base nos resultados alcançados no presente estudo, e como muitos dos restantes estudos na área o corroboram, é de extrema importância o estado de hidratação antes do evento/treino, em especial em situações de esforço submáximo, nomeadamente nos jovens atletas, dado que é comum que os atletas nesta faixa etária se encontrem hipohidratados mesmo na ausência de atividade física. Nos nossos resultados, é visível que a ingestão de H₂O afeta mais o desempenho quando ingerida nas horas anteriores do treino e não durante a prática, tendo-se desta forma demonstrado a importância das recomendações de hidratação antes do treino nomeadamente em adolescentes pelas suas necessidades específicas.

Limitações do estudo e perspetivas para futuros estudos

Relativamente às limitações do estudo, pode-se afirmar que a amostra poderia ter sido superior (os critérios de exclusão/inclusão específicos condicionaram o número de atletas) e esta foi de conveniência.

Torna-se de elevada pertinência a realização de mais estudos na área, de forma a aferir com maior exatidão o tipo de hidratação mais correta para atletas de natação de competição e quais as variáveis a monitorizar. Estudos com atletas de diferentes idades, género e nível desportivo poderão ajudar a aprofundar este tema, com influência no desempenho desportivo.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi estudar a relação entre o estado de hidratação (avaliado por indicadores como a taxa de sudorese, pH da urina, percentagem de perda de MC), a FC e os tempos de reação e recuperação, após exercício de esforço submáximo com ingestão de água *ad libitum*. Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que parece existir de facto uma relação entre as variáveis em estudo, dado que existem correlações significativas entre as mesmas, ainda que nem entre todas as variáveis.

Este estudo pode vir a ser útil para investigadores que pensem em estudar o tema e aprofundar o conhecimento da hidratação na modalidade de natação em termos futuros.

5. BIBLIOGRAFIA

- ACSM. (2007). Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *American College of Sports Medicine*, 39 (2), 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
- Adams, J. D., Kavouras, S. A., Joseph I. Robillard, C. N. B., Johnson, E. C., Ganio, M. S., & Brendon P. McDemott, M. A. W. (2016). Fluid Balance of Adolescent Swimmers During Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 621–625.
- Aldridge G, Baker JS, D. B. (2005). Effects of hydration status on aerobic performance for a group of male university rugby players. *Journal of Exercise Physiology*, 8(5), 36–42.
- Almond, C. S. D., Shin, A. Y., Fortescue, E. B., Mannix, R. C., Wypij, D., Binstadt, B. A., ... Greenes, D. S. (2005). Hyponatremia among Runners in the Boston Marathon. *New England Journal of Medicine*, 352(15), 1550–1556. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa043901>
- Arias, G., Díaz, H., Aristizabal, R., & Jaramillo, L. (2001). Efeitos da desidratação, durante exercício sub-máximo de longa duração, na concentração sanguínea do lactato, na frequência cardíaca e na percepção subjetiva do esforço. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 9 (4), 41–46.
- Armstrong, L. E. (2007). Assessing hydration status: the elusive gold standard. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(5 Suppl), 575S–584S. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17921468>
- Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (1993). The exertional heat illnesses: a risk of athletic participation. *Med Exerc Nutr Heal*.
- Armstrong, L., Maresh, C., Castellani, J., Bergeron, M., Kenefick, R., LaGasse, K., &

- Riebe, D. (1994). Urinary Indices of Hydration Status. *International Journal of Sport Nutrition*, 4(3), 265–279.
- Armstrong, L., Soto, J., Hacker, F., Casa, D., Kavouras, S., & Maresh, C. (1998). Urinary indices during dehydration, exercise and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 345–355.
- Arnaoutis, G., Kavouras, S. A., Angelopoulou, A., Skoulariki, C., Bismpekou, S., Mourtakos, S., & Sidossis, L. S. (2015). Fluid Balance During Training in Elite Young. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(12), 3447–3452. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000400.FLUID>
- Arnaoutis, G., Kavouras, S. A., Kotsis, Y. P., Tsekouras, Y. E., Makrillos, M., & Bardis, C. N. (2013). Ad libitum fluid intake does not prevent dehydration in suboptimally hydrated young soccer players during a training session of a summer camp. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(3), 245–251. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.3.245>
- Ball, P. (2005). Seeking the solution. *Nature*, 436(August), 1084–1085.
- Baron, S., Courbebaisse, M., Lepicard, E. M., & Friedlander, G. (2014). Assessment of hydration status in a large population. <https://doi.org/10.1017/S0007114514003213>
- Batista, A., Dantas, P., & Filho, J. (2007). A influência da intensidade de treinamento e a perda de peso no futebol. *Fitness e Performance*, 6 (4), 251–254. <https://doi.org/10.3900/fpj.6.4.251.p>
- Boschmann, M., Steiniger, J., Hille, U. T. A., Tank, J., Adams, F., Sharma, A. M., ... Jordan, J. (2003). Water-Induced Thermogenesis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 88(12), 6015–6019. <https://doi.org/10.1210/jc.2003-030780>
- Carew, J., & Pyne, D. (1998). How much huff & puff? training endurance. In

Convenção ASCTA 1998.

- Casa, D., Armstrong, L., Hillman, S., Montain, S. J., Reiff, R., Rich, B., ... Stone, J. (2000). National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training*, 35 (2), 212–224.
- Casa, D. J. (1999). Exercise in the Heat. I. Fundamentals of Thermal Physiology, Performance Implications, and Dehydration. *Journal OfAthletic Training*, 34(3), 246–252. Retrieved from www.nata.org/jat
- Chycki, J., Zając, T., Maszczyk, A., & Kurylas, A. (2017). The effect of mineral-based alkaline water on hydration status & the metabolic response to short-Term anaerobic exercise. *Biology of Sport*, 34(3), 255–261. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.66003>
- Colakoglu, F. F., Cayci, B., Yaman, M., Karacan, S., Gonulateş, S., Ipekoglu, G., & Er, F. (2016). The effects of the intake of an isotonic sports drink before orienteering competitions on skeletal muscle damage. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3200–3204. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3200>
- Edwards, A. M., Mann, M. E., Marfell-Jones, M. J., Rankin, D. M., Noakes, T. D., & Shillington, D. P. (2007). Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 385–391. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033860>
- Goios, A., Oliveira, A. C., Afonso, C., Liz Martins, M. (2016), *Pesos e Porções de Alimentos*. (2ª ed). Porto; U. Porto Editorial
- Gonz, J., Calbet, J. A. L., & Nielsen, B. (1998). Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans, 895–905.

- Gonz, J., Calbet, J. A. L., & Nielsen, B. (1999). Metabolic and thermodynamic responses to dehydration _ induced reductions in muscle blood flow in exercising humans, 577–589.
- Gonzalez-Alonso J, Teller C, A. S. (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat, 86(3), 1032–1039.
- Goulet, E. D. B. (2011). Effect of exercise-induced dehydration on time-trial exercise performance: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 45(14), 1149–1156. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077966>
- Graef, F., & Kruehl, L. (2006). Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático : diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 12, 221–228.
- Hernandez, A. J., & Nahas, R. M. (2009). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: Comprovação de ação ergogénica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 15(3), 3–12. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000400001>
- Higham, D. G., Naughton, G. A., Burt, L. A., & Shi, X. (2009). Comparison of fluid balance between competitive swimmers and less active adolescents. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(3), 259–274. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.3.259>
- Kenney, W. L., & Johnson, J. M. (1992). Control of skin blood flow during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(3), 303–311.
- Lustosa, V. M. (2017). Nível de conhecimento e desidratação de jogadores juniores de futebol. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 23(3), 204–207.
- Macaluso, F., Felice, D. F., Boscaino, G., Bonsignore, G., Stampone, T., Farina, F., & Morici, G. (2011). Effects of three different water temperatures on dehydration in

- competitive swimmers. *Science et Sports*, 26(5), 265–271.
<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2010.10.004>
- Machado-Moreira, C. A., Vimieiro-Gomes, A., Silami-Garcia, E., Oswaldo, L., & Rodrigues, C. (2006). Hidratação durante o exercício : a sede é suficiente? *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 12 (6)(31), 405–409.
- Magal, M., Webster, M. J., Sistrunk, L. E., Whitehead, M. T., Evans, R. K., & Boyd, J. C. (2003). Comparison of glycerol and water hydration regimens on tennis-related performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(1), 150–6.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000043600.40490.7E>
- Maughan, R. J. (2003). Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57 Suppl 2, 19–23.
<https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601897>
- Montain, S. J., Latzka, W. a, & Sawka, M. N. (1995). Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity. *Journal of Applied Physiology*, 79(5), 1434–1439. <https://doi.org/10.1080/17530350.2012.640551>
- Nissensohn, M., López-Ufano, M., Castro-Quezada, I., & Serra-Majem, L. (2015). Assessment of beverage intake and hydration status. *Nutricion Hospitalaria*, 31 Suppl 3, 62–9. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8753>
- Noakes, T. D. (2003). Overconsumption of fluids by athletes. *BMJ*, 327, 113–114.
<https://doi.org/10.1136/bmj.327.7407.113>
- Noakes, T. D., Sharwood, K., Collins, M., & Perkins, D. R. (2004). The dipsomania of great distance: water intoxication in an Ironman triathlete. *British Journal of Sports Medicine*, 38, e16. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2002.004614>
- Perrier, E. T., Johnson, E. C., McKenzie, A. L., Ellis, L. A., & Armstrong, L. E. (2015). Urine colour change as an indicator of change in daily water intake: a quantitative

- analysis. *European Journal of Nutrition*, 55. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-1010-2>
- Popowski, L. a., Oppliger, R. a., Lambert, G. P., Johnson, R. F., Johnson, A. K. I. M., & Gisolfi, C. V. (2001). Status During Progressive Acute Dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (5), 747–753. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00011>
- Prado, E., Barroso, S., Góis, H., & Reinert, T. (2009). Estado de hidratação em nadadores após três diferentes formas de reposição hídrica na cidade de Aracaju - SE. *Fitness & Performance Journal*, 8(3), 218–225. <https://doi.org/10.3900/fpj.8.3.218.p>
- Sawka, M. N., Cheuvront, S. N., & Carter III, R. (2005). Human Water Needs. *Nutrition Reviews*, 63(6), 30–39. <https://doi.org/10.1301/nr.2005.jun.S30>
- Shirreffs, S. M., Armstrong, L. E., & Cheuvront, S. N. (2004). Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 22 (1), 57–63. <https://doi.org/10.1080/0264041031000140572>
- Silva, B., Martinez, F., Pacheco, A., & Pacheco, I. (2006). Efeitos da fadiga muscular induzida por exercícios no tempo de reação muscular dos fibulares em indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira Medicina Esporte*, 12(2), 85–89.
- Simerville, J. A., Maxted, W. C., & Pahira, J. J. (2005). Urinalysis: A Comprehensive Review. *American Family Physician*, 71(6), 1153–1162.
- Srámek, P., Simeckova, M., Janski, L., Savlikova, J., & Vybiral, S. (2000). Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 436–442.

- Vimieiro-gomes, A. C., & Roodrigues, L. (2001). Avaliação do estado de hidratação dos atletas, estresse térmico do ambiente e custo calórico do exercício durante sessões de treinamento em voleibol de alto nível. *Revista Paulista de Educação Física*, 15(2), 201–211.
- Walsh, K. M., Bennett, B., Cooper, M. A., Holle, R. L., Kithil, R., & Lopez, R. E. (2000). National Athletic Trainers Association Position Statement: Lightning Safety for Athletics and Recreation, 35(4), 471–477.
- Walsh, R. M., Noakes, T. D., Hawley, J. A., Dennis, S. C., Dennis, S. C., & Performance, I. H. C. (1994). Impaired High-Intensity Cycling Performance Time at Low Levels of Dehydration. *Journal of Sports Medicine*, 15, 392–398.
- Watenpugh, D., Pump, B., Bie, P., & Norsk, P. (2000). Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? *European Journal of Applied Physiology*, 89, 621–628.

6. ANEXOS

Anexo I – Aprovação pela Comissão de Ética do IUEM

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 676

Ex.ma Senhora
Ana Rita Carrão Almeida

Monte de Caparica, 13 de fevereiro de 2019.

Ex.ma Senhora,

Em resposta ao Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado **“Ingestão de água, estado de hidratação, frequência cardíaca, tempo de reação e recuperação em atletas de natação de competição”**, foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz


Profª. Doutora Maria Fernanda de Mesquita

EGAS MONIZ – COOPERATIVA DE ENSINO SUPERIOR, CRL
Campus Universitário – Quinta da Granja – Monte de Caparica
2829-511 Caparica

Anexo II – Consentimento Informado



Consentimento Informado

Código | IMP:EM,PE,17_02

Monte de Caparica, 21 de fevereiro de 2019

Exmo.(a) Sr.(a),

No âmbito do Mestrado em Nutrição Clínica na Unidade Curricular de Dissertação do Instituto Universitário Egas Moniz, sob a orientação da Professora Doutora Filipa Vicente e Professor Doutor Mário Espada, solicita-se autorização para a participação no estudo "Ingestão de água, estado de hidratação, frequência cardíaca, tempo de reação e recuperação em atletas de natação de competição" com o objetivo de avaliar a prevalência da desidratação e o estado de hidratação, frequência cardíaca e tempo de reação, com ingestão de água *ad libitum*.

Antes do treino é recolhida uma amostra de urina que será avaliada em cor e densidade. Depois de urinare, é registado o peso pré-treino.

Antes do treino, é dado a cada atleta uma garrafa de 50cl para ingerirem durante o mesmo. Durante o treino e após o aquecimento, será realizada uma prova individual de sprint de 100m para cada atleta, de forma a registar o tempo de execução. A Frequência cardíaca será medida em 3 momentos, antes do sprint, imediatamente após e 5 minutos após.

Após o treino, será recolhida novamente uma amostra de urina e avaliada em cor e densidade. Após urinare, é registado o peso pós-treino.

Será ainda realizado um questionário alimentar de ingestão de bebidas, de forma a apurar o qual a quantidade de líquidos ingeridos nas 24h anteriores ao treino, dado que estes poderão ter impacto no total de água ingerida.

A participação neste estudo é voluntária. A sua não participação não lhe trará qualquer prejuízo. Pode retirar o seu consentimento em qualquer altura sem qualquer consequência para si.

A informação recolhida destina-se unicamente a tratamento estatístico e/ou publicação e será tratada pelo(s) orientador(es) e/ou pelos seus mandatados. A sua recolha é anónima e confidencial.



Consentimento Informado

Código | IMP-EM,PE.17_02

Este estudo pode trazer como benefício o conhecimento que os próprios atletas podem vir, eventualmente, a adquirir relativamente à ingestão de água que fazem voluntariamente e se esta é o suficiente para se manter bem hidratado e sem prejuízos ao nível da sua performance. Contribuirá também para os desportistas em geral, mas com grande ênfase para os nadadores.

Trata-se de estudo observacional, em que os atletas ingerem água na quantidade habitual, em que não haverá qualquer tipo de alteração na sua rotina alimentar.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz, de modo a garantir a proteção dos direitos, segurança e bem-estar de todos os atletas e garantir prova pública dessa proteção.

A avaliação irá decorrer em apenas um único treino e em atletas do sexo masculino.

(Riscar o que não interessa)

ACEITO/NÃO ACEITO participar neste estudo, confirmando que fui esclarecido sobre as condições do mesmo e que não tenho dúvidas.

(Assinatura do participante ou, no caso de menores, do pai/mãe ou tutor legal)

[illegible]